

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Takashi KAMADA, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: November 4, 2003

Examiner:

For: LOSS POINT DETECTING METHOD AND DISTRIBUTED RAMAN AMPLIFIER
APPLYING THE SAME

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-322574

Filed: November 6, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: November 4, 2003

By: 

H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月6日

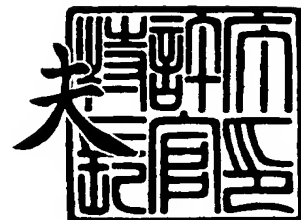
出願番号
Application Number: 特願2002-322574
[ST. 10/C]: [JP 2002-322574]

出願人
Applicant(s): 富士通株式会社

2003年8月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3070669

【書類名】 特許願

【整理番号】 0251781

【提出日】 平成14年11月 6日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01S 3/06

【発明の名称】 ロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 鎌田 隆志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 関屋 元義

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 後藤 了祐

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114942

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置で前記光伝送路中のロスポイントの有無を判定するロスポイント有無判定方法において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタし、

前記励起光の一部を分離してモニタし、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタし、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定することを特徴とするロスポイント有無判定方法。

【請求項2】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置で前記光伝送路中のロスポイントの有無を判定するロスポイント有無判定方法において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタし、

前記励起光の一部を分離してモニタし、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定することを特徴とするロスポイント有無判定方法。

【請求項3】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射

光モニタ手段と、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【請求項 4】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射光モニタ手段と、

前記励起光パワーを一定速度で上げ、前記モニタした散乱光パワーが一定値となるまでの時間と前記モニタした反射光パワーが一定値となるまでの時間とを比較してロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【請求項 5】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置に関し、光伝送システムで用いられるロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年インターネットの急速な普及またマルチメディア社会の進展に伴い、各国において通信需要が急速に伸張しており、これに対応するため、現在、WDM (Wavelength Division Multiplexer: 波長分割多重) 技術を用いた幹線光伝送システムの導入が進み、伝送容量の拡大が図られている。

【0003】

伝送容量の拡大には時分割多重方式や波長分割多重方式などの方法があげられるが特に波長分割多重方式は広帯域波長の追求及び波長間隔の研究により、さらなる大容量化ができる手段として期待されている。一方長距離伝送では光信号が途中で減衰してしまうため途中で中継・増幅する必要がある。

【0004】

光伝送路中の増幅の方法としては誘導放出型とラマン散乱型の2種類があるが、ラマン散乱型の増幅装置すなわち分布型ラマン増幅装置 (DRA: Distributed Raman Amplifier) は自由に被増幅波長を選択できることから近年多用されるようになっている。

【0005】

WDM光伝送システムでは波長多重された信号光を生成する送信局と、送信局から送信された光信号を伝送する光伝送路と、伝送された光信号を受信する受信局とを有し、また必要により光信号を増幅する機能をもつ中継局が光伝送路途中に設置されている。

【0006】

WDM光伝送システムで用いられる従来の分布型ラマン増幅装置としては、図1に示す構成のものがある（例えば、特許文献1参照。）。図1において、光ファイバ10を通して、例えば波長 $1.55\mu\text{m}$ の信号光が伝送される。この信号光は帯域分離光カップラ12に入射される。帯域分離光カップラ12には励起光源14から光カップラ16を通して波長 $1.45\mu\text{m}$ の励起光が供給される。励起光の供給によって光増幅された信号光は光カップラ18を通して後続の光ファイバに送出される。

【0007】

光カップラ16では励起光源14からの励起光が分離され、励起光のパワーは励起光モニタ20でモニタされて制御回路22に供給される。また、光カップラ18で分離された信号光は信号光モニタ24でモニタされ、その信号光パワーは制御回路22に供給される。制御回路22は供給される励起光パワー及び信号光パワーに応じて励起光源14の出力する励起光パワーを調整する。

【0008】

分布型ラマン増幅装置は、励起光波長を選択すれば任意の波長域で増幅が可能であり、そして光増幅媒体が光伝送路をかねることができるという利点を持っている。ここで、ラマン利得係数 g_0 、入射励起光パワー P_i 、非線形実効断面積 A_{eff} 、DRA有効長 L_e としたとき、一般に、DRA利得 G_r は(1)式で表され、DRA有効長 L_e は(2)式で表される。

【0009】

$$G_r = \exp \left[(g_0 P_i L_e) / (2 A_{eff}) \right] \quad \dots (1)$$

【0010】

【数1】

$$L_e = \int_0^L P(z) / P_i dz \quad \dots (2)$$

$$P(z) = P_i \cdot \exp \left[-\alpha (L - z) \right]$$

但し、 α は計数、距離 z は帯域分離光カップラ12の位置を L として光ファイバ1

0における位置を表している。

【0011】

【特許文献1】

特開 2000-314902号公報。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

光ファイバ10の接合部などで接合状態が悪い場合に光損失が発生する。このような光損失の大きなロスポイントがDRA付近に存在する場合、(1)、(2)式から明らかなように、DRA利得 G_r は大きく減少してしまう。

【0013】

ラマン利得係数 g_0 を 6.7×10^{-14} [m/W]、入射励起光パワー P_i を1.6 [W]、非線形実効断面積 A_{eff} を $102 [\mu m^2]$ 、光ファイバ伝送路を100 kmとし、ロスポイントのロスを0 [dB]、1 [dB]、2 [dB]、3 [dB]とした場合のDRA利得の計算結果を図2に示す。

【0014】

入射励起光パワーは、信号光パワーをモニタした値に応じて制御を行うため、DRA利得が小さい場合、図3に示すように、所要の信号光パワーを得るために入射励起光パワーを可能な限り上げ、励起光最大出力まで上げてしまうことになる。ロスポイントでは他の光ファイバ10中のポイントと比べて光のエネルギーを熱エネルギーに変換する割合が大きいため、光エネルギーが高いまま励起光がロスポイントに到達すると焼き付きを起してしまう。

【0015】

従来の分布型ラマン増幅装置では、図1で示すように増幅された信号を光カップラ18で分離し、光パワーをモニタして、励起光パワーの調整を行っていたが、光伝送路中にロスポイントが存在する場合、励起光パワーを増加させても十分な利得が得られない。

【0016】

そのため、図3に示すように所要の信号光パワーを得るための励起光パワーが大きくなり、ロスポイントの光伝送路が焼き付いてしまうおそれがあるという問

題があった。

【0017】

本発明は、上記の点に鑑みなされたものであり、ロスポイントの有無を判定し、ロスポイントにおける焼き付きを防止できるロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、光伝送路から分離した散乱光をモニタし、励起光の一部を分離してモニタし、光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタし、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定することができる。

【0019】

請求項2に記載の発明は、光伝送路から分離した散乱光をモニタし、励起光の一部を分離してモニタし、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定することができる。

【0020】

請求項3に記載の発明は、光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射光モニタ手段と、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を有することにより、ロスポイントにおける焼き付きを防止することができる。

【0021】

請求項4に記載の発明は、光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、光伝送路

から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射光モニタ手段と、励起光パワーを一定速度で上げ、前記モニタした散乱光パワーが一定値となるまでの時間と前記モニタした反射光パワーが一定値となるまでの時間とを比較してロスポイントの有無を判定する判定手段と、判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を有することにより、ロスポイントにおける焼き付きを防止することができる。

【0022】

請求項5に記載の発明は、光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を有することにより、ロスポイントにおける焼き付きを防止することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

励起光を光ファイバ伝送路に入射すると、図4に示すように増幅された信号光の他に、散乱光と、反射光が発生する。そして、光ファイバ伝送路中にロスポイントが存在するときは、散乱光パワー A_{SS} は小さく、反射光パワー P_m は大きい。ロスポイントが無い場合は、逆に散乱光パワーは大きく、反射光パワーは小さい。このため、本発明の第1実施例では、散乱光パワーと反射光パワーをモニタし、両パワーの関係に注目して励起光パワーの制御を行う。

【0024】

図5は、本発明の分布型ラマン増幅装置の第1実施例のブロック構成図を示す。同図中、光伝送路である光ファイバ30を通して、例えば波長 $1.55\mu\text{m}$ の信号光が伝送される。この信号光は帯域分離光カップラ32に入射される。帯域分離光カップラ32には励起光源34から光カップラ36を通して波長 $1.45\mu\text{m}$ の励起光が供給され、帯域分離光カップラ32で光ファイバ30に信号光の伝送方向と逆方向に入射させる。

【0025】

これにより、光ファイバ30を増幅媒体として信号光が増幅される。励起光の供給によって光増幅された信号光は帯域分離光カップラ38及び光カップラ40を通して後続の光ファイバに送出される。

【0026】

光カップラ36では励起光源34から供給される励起光が分離されると共に、帯域分離光カップラ32から供給される上記励起光とは逆向きの反射光が分離される。励起光のパワーは励起光モニタ42でモニタされて制御回路44に供給され、また、反射光のパワーは反射光モニタ46でモニタされて制御回路44に供給される。

【0027】

また、帯域分離光カップラ38で分離された散乱光は散乱光モニタ48でモニタされ、得られた散乱光パワーは制御回路44に供給される。光カップラ40で分離された信号光は信号光モニタ50でモニタされ、得られた信号光パワーは制御回路44に供給される。

【0028】

制御回路44は、励起光パワー及び反射光パワー及び散乱光パワー及び信号光パワーに応じて励起光源34の出力する励起光パワーを調整する。本装置を作動させるとき、制御回路44は一定速度で励起光パワーを0から上げていき、散乱光パワーと反射光パワーをモニタする。

【0029】

このとき、反射光パワー P_m は図6に実線で示すように直線的に徐々に増加する。また、散乱光パワー A_{SS} は図7に実線で示すように曲線的に徐々に増加する。ここで、反射光パワーが所定の基準点aに到達する時刻を t_1 とし、散乱光パワーが所定の基準点bに到達する時刻を t_2 とする。

【0030】

なお、基準点a、bは、まず、光伝送路の光ファイバ30がロスポイント位置で焼き付かない最大の励起光パワーを決め、その励起光パワー内でシステムが要求するDRA利得の下限值となるロスポイント（ロス位置及びロス量[dB]）を見つけ、そのときの散乱光パワー A_{SS} と反射光パワー P_m をモニタして、基

準点 a , b を決める。

【0031】

図8は、励起光入射パワー P に対する散乱光パワー ASS と反射光パワー P_m の関係を示す。励起光パワーを一定速度であげていき、その励起光パワーが判定値 P_{jdg} となる時刻を t_{jdg} とする。破線はロスポイントがある光伝送路の特性を表しており、励起光パワーが判定値 P_{jdg} になった時点で、 P_m/ASS が a/b を上回っている。実線はロスポイントが無い光伝送路の特性を表しており、励起光パワーが P_{jdg} になった時点で、 P_m/ASS が a/b を下回っている。

【0032】

制御回路44は、励起光パワー P が判定値 P_{jdg} になった時点で P_m/ASS が a/b をより値が上回っている場合には、ロスポイント有り と判定して励起光オフ制御を実行し、例えば上位装置にアラームをあげる。一方、励起光パワー P が判定値 P_{jdg} になった時点で P_m/ASS が a/b をより値が下回っている場合には、ロスポイント無し と判定して励起光パワーの一定制御を実行する。

【0033】

更に詳しく説明するに、ロスポイントが無い場合 ($t_1 > t_2$) は、励起光パワー P 、反射光パワー P_m 、散乱光パワー ASS 、及び信号光パワー P_{sg} それぞれの変化は図9に示すようになる。また、ロスポイントがある場合 ($t_1 < t_2$) は、励起光パワー P 、反射光パワー P_m 、散乱光パワー ASS 、及び信号光パワー P_{sg} それぞれの変化は図10に示すようになる。

【0034】

制御回路44は、まず、信号光パワー P_{sg} が所要のレベルの目標値 P_{th} に達するまで一定速度で励起光パワー P を上げていく。

【0035】

ロスポイントがある場合 ($t_1 < t_2$)、一定速度で励起光パワー P を上げていくと、図10に示すように散乱光パワー ASS が基準点 b に到達する前に反射光パワー P_m が基準点 a に到達するため、制御回路44は光伝送路中にロスポイントが存在し励起光を上げると焼き付きを起こすと判定し、信号光パワー P_{sg}

が目標値 P_{th} に達する前に励起光パワー P を遮断する制御を行う。

【0036】

ロスポイントが無い場合あるいは無視できる場合 ($t_1 > t_2$)、一定速度で励起光パワー P を上げていくと、図 9 に示すように反射光パワー P_m が基準点 a に達する前に散乱光パワー A_{SS} が基準点 b に達するため、信号光パワー P_{sg} が目標値 P_{th} に達するまで励起光パワー P を上げていき、信号光パワー P_{sg} が目標値 P_{th} に達したら、そのとき励起光パワー P を保持する制御を行う。

【0037】

このように、散乱光及び反射光をモニタし、励起光パワーの出力を制御することでロスポイントでの焼き付きを防ぐことが可能となる。そのため、実フィールドでの立ち上げ時にはロスの大きいコネクタ接続を自動で検知し、事前に励起光出力を制御するため、立ち上げの簡略化及び安全な運用が期待できる。

【0038】

図 11 は、本発明の分布型ラマン増幅装置の第 2 実施例のブロック構成図を示す。同図中、図 5 と同一部分には同一符号を付す。図 11 で図 5 と異なるのは帯域分離光カップラ 38 の代わりに帯域分離光カップラ 39 を設けた点である。図 11 において、光伝送路である光ファイバ 30 を通して、例えば波長 $1.55 \mu m$ の信号光が伝送される。この信号光は帯域分離光カップラ 32 に入射される。帯域分離光カップラ 32 には励起光源 34 から光カップラ 36 を通して波長 $1.45 \mu m$ の励起光が供給され、帯域分離光カップラ 32 で光ファイバ 30 に信号光の伝送方向と逆方向に入射させる。

これにより、光ファイバ 30 を増幅媒体として信号光が増幅される。励起光の供給によって光増幅された信号光は光カップラ 40 を通して後続の光ファイバに送出される。

【0039】

光カップラ 36 では励起光源 34 から供給される励起光が分離されると共に、帯域分離光カップラ 32 から供給される上記励起光とは逆向きの反射光が分離される。励起光のパワーは励起光モニタ 42 でモニタされて制御回路 44 に供給され、また、反射光のパワーは反射光モニタ 46 でモニタされて制御回路 44 に供給さ

れる。

【0040】

また、光カプラ40で分離された散乱光及び信号光は帯域分離光カプラ39で散乱光と信号光に分離され、散乱光は散乱光モニタ48でモニタされ、得られた散乱光パワーは制御回路44に供給される。信号光は信号光モニタ50でモニタされ、得られた信号光パワーは制御回路44に供給される。

【0041】

制御回路44は、励起光パワー及び反射光パワー及び散乱光パワー及び信号光パワーに応じて励起光源34の出力する励起光パワーを調整する。制御回路44の動作は第1実施例と同一であり、その説明を省略する。

【0042】

次に、反射光パワーはモニタせず、散乱光パワーをモニタして制御を行う実施例について説明する。光伝送路中にロスポイントが存在するときは、散乱光パワーASSは小さく、ロスポイントがない場合は散乱光パワーASSが大きいことから、励起光パワーPと散乱光パワーASSの関係に注目して制御をおこなう。

【0043】

図12は、光ファイバ伝送路を100[km]、ロスポイントのロスを1[dB]とした場合の、励起光パワーPに対する散乱光パワーASSの関係を示す。5本の曲線は上から順に、励起光注入位置からロスポイントの位置が0[km]、90[km]、95[km]、99[km]、100[km]それぞれにある場合の関係を示す。

【0044】

所定の励起光パワーPjdgでのロスポイント0[km]と90[km]間の所定の散乱光パワーを基準点Athとし、励起光パワーを0から一定速度で上げていき、励起光パワーPがPjdgに達したときに、散乱光パワーASSが基準点Athに達していない場合はロスポイントが存在すると判定し、散乱光パワーASSが基準点Athに達している場合は、光伝送路上にロスポイントが存在しないと判定する。

【0045】

図13は、本発明の分布型ラマン増幅装置の第3実施例のブロック構成図を示す。同図中、図5と同一部分には同一符号を付す。図13において、光伝送路である光ファイバ30を通して、例えば波長 $1.55\mu\text{m}$ の信号光が伝送される。この信号光は帯域分離光カップラ32に入射される。帯域分離光カップラ32には励起光源34から光カップラ36を通して波長 $1.45\mu\text{m}$ の励起光が供給され、帯域分離光カップラ32で光ファイバ30に信号光の伝送方向と逆方向に入射させる。

これにより、光ファイバ30を増幅媒体として信号光が増幅される。励起光の供給によって光増幅された信号光は帯域分離光カップラ38及び光カップラ40を通して後続の光ファイバに送出される。

【0046】

光カップラ36では励起光源34から供給される励起光が分離される。励起光のパワーは励起光モニタ42でモニタされて制御回路54に供給される。また、帯域分離光カップラ38で分離された散乱光は散乱光モニタ48でモニタされ、得られた散乱光パワーは制御回路54に供給される。光カップラ40で分離された信号光は信号光モニタ50でモニタされ、得られた信号光パワーは制御回路54に供給される。

【0047】

制御回路54は、励起光パワー及び散乱光パワー及び信号光パワーに応じて励起光源34の出力する励起光パワーを調整する。本装置を作動させるとき、制御回路54は一定速度で励起光パワーを0から上げていき、励起光パワー P が P_{jd} に達したときに、散乱光パワー ASS が基準点 A_{th} に達していない場合はロスポイントが存在すると判断し、励起光の遮断制御を実行し、例えば上位装置にアラームをあげる。

【0048】

励起光パワー P が P_{jd} に達した時点で散乱光パワー ASS が基準点 A_{th} に達している場合は、光伝送路上にロスポイントが存在しないと判断して信号光パワーが目標値 P_{th} になるまで励起光パワーをあげていき、信号光パワー P_s が目標値 P_{th} に達したら、そのとき励起光パワー P を保持する制御を行う。

【0049】

このように、散乱光をモニタし、励起光パワーの出力を制御することでロスポイントでの焼き付きを防ぐことが可能となる。そのため、実フィールドでの立ち上げ時にはロスの大きいコネクタ接続を自動で検知し、事前に励起光出力を制御するため、立ち上げの簡略化及び安全な運用が期待できる。

【0050】

図14は、本発明の分布型ラマン増幅装置の第4実施例のブロック構成図を示す。同図中、図13と同一部分には同一符号を付す。図14で図13と異なるのは帯域分離光カップラ38の代わりに帯域分離光カップラ39を設けた点である。図14において、光伝送路である光ファイバ30を通して、例えば波長 $1.55\mu\text{m}$ の信号光が伝送される。この信号光は帯域分離光カップラ32に入射される。帯域分離光カップラ32には励起光源34から光カップラ36を通して波長 $1.45\mu\text{m}$ の励起光が供給され、帯域分離光カップラ32で光ファイバ30に信号光の伝送方向と逆方向に入射させる。これにより、光ファイバ30を増幅媒体として信号光が増幅される。励起光の供給によって光増幅された信号光は光カップラ40を通して後続の光ファイバに送出される。

光カップラ36では励起光源34から供給される励起光が分離される。励起光のパワーは励起光モニタ42でモニタされて制御回路54に供給される。また、光カップラ40で分離された散乱光及び信号光は帯域分離光カップラ39で散乱光と信号光に分離され、散乱光は散乱光モニタ48でモニタされ、得られた散乱光パワーは制御回路54に供給される。信号光は信号光モニタ50でモニタされ、得られた信号光パワーは制御回路54に供給される。

【0051】

制御回路54は、励起光パワー及び散乱光パワー及び信号光パワーに応じて励起光源34の出力する励起光パワーを調整する。制御回路54の動作は第3実施例と同一であり、その説明を省略する。

【0052】

なお、散乱光モニタ48が請求項記載の散乱光モニタ手段に対応し、励起光モニタ42が励起光モニタ手段に対応し、反射光モニタ46が反射光モニタ手段に

対応し、制御回路 4 4 が判定手段に対応し、制御回路 4 4 が遮断手段に対応し、帯域分離光カプラ 3 8 が第 1 帯域分離光カプラに対応し、帯域分離光カプラ 3 9 が第 2 帯域分離光カプラに対応する。

【 0 0 5 3 】

(付記 1) 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置で前記光伝送路中のロスポイントの有無を判定するロスポイント有無判定方法において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタし、

前記励起光の一部を分離してモニタし、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタし、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定することを特徴とするロスポイント有無判定方法。

【 0 0 5 4 】

(付記 2) 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置で前記光伝送路中のロスポイントの有無を判定するロスポイント有無判定方法において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタし、

前記励起光の一部を分離してモニタし、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定することを特徴とするロスポイント有無判定方法。

【 0 0 5 5 】

(付記 3) 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射光モニタ手段と、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0056】

(付記4) 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

前記光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタする反射光モニタ手段と、

前記励起光パワーを一定速度で上げ、前記モニタした散乱光パワーが一定値となるまでの時間と前記モニタした反射光パワーが一定値となるまでの時間とを比較してロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0057】

(付記5) 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、前記光伝送路を増幅媒体として前記信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置において、

前記光伝送路から分離した散乱光をモニタする散乱光モニタ手段と、

前記励起光の一部を分離してモニタする励起光モニタ手段と、

モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定する判定手段と、

前記判定手段でロスポイントありと判定されたとき前記励起光を遮断する遮断手段を

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0058】

(付記6) 付記3記載の分布型ラマン増幅装置において、

前記判定手段は、前記モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、前記モニタした散乱光パワーに対する前記モニタした反射光パワーの比が所定値を上回ったときロスポイントありと判定することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0059】

(付記7) 付記3乃至6のいずれか記載の分布型ラマン増幅装置において

、
前記光伝送路から前記散乱光のみを分離する第1帯域分離光カップラを有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0060】

(付記8) 付記3乃至6のいずれか記載の分布型ラマン増幅装置において

、
前記光伝送路から光カップラで分離した信号光及び散乱光から前記散乱光を分離する第2帯域分離光カップラを

有することを特徴とする分布型ラマン増幅装置。

【0061】

【発明の効果】

上述の如く、請求項1に記載の発明によれば、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定することができる。

【0062】

請求項2に記載の発明によれば、モニタした励起光パワーが所定の判定値にな

ったとき、モニタした散乱光パワーに基づいてロスポイントの有無を判定することができる。

【0 0 6 3】

請求項 3, 4, 5 に記載の発明によれば、ロスポイントにおける焼き付きを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の分布型ラマン増幅装置の一例のブロック構成図である。

【図 2】

ロスポイントのロスとロスポイントの位置を変化させた場合の D R A 利得の計算結果を示す図である。

【図 3】

従来の励起光フィードバック制御方法を示す図である。

【図 4】

信号光と散乱光と反射光の波長スペクトルを示す図である。

【図 5】

本発明の分布型ラマン増幅装置の第 1 実施例のブロック構成図である。

【図 6】

一定速度で励起光パワーを上げたときの反射光パワーを示す図である。

【図 7】

一定速度で励起光パワーを上げたときの散乱光パワーを示す図である。

【図 8】

励起光入射パワー P に対する散乱光パワー $A S S$ と反射光パワー $P m$ の関係を示す図である。

【図 9】

ロスポイントが無い場合の励起光パワー P 、反射光パワー $P m$ 、散乱光パワー $A S S$ 、及び信号光パワー $P s g$ それぞれの変化を示す図である。

【図 1 0】

ロスポイントがある場合の励起光パワー P 、反射光パワー $P m$ 、散乱光パワー

A S S、及び信号光パワー P_{sg} それぞれの変化を示す図である。

【図 1 1】

本発明の分布型ラマン増幅装置の第 2 実施例のブロック構成図である。

【図 1 2】

励起光パワー P に対する散乱光パワー A S S の関係を示す図である。

【図 1 3】

本発明の分布型ラマン増幅装置の第 3 実施例のブロック構成図である。

【図 1 4】

本発明の分布型ラマン増幅装置の第 4 実施例のブロック構成図である。

【符号の説明】

30 光ファイバ

32, 38, 39 帯域分離光カプラ

34 励起光源

36、40 光カプラ

42 励起光モニタ

44 制御回路

46 反射光モニタ

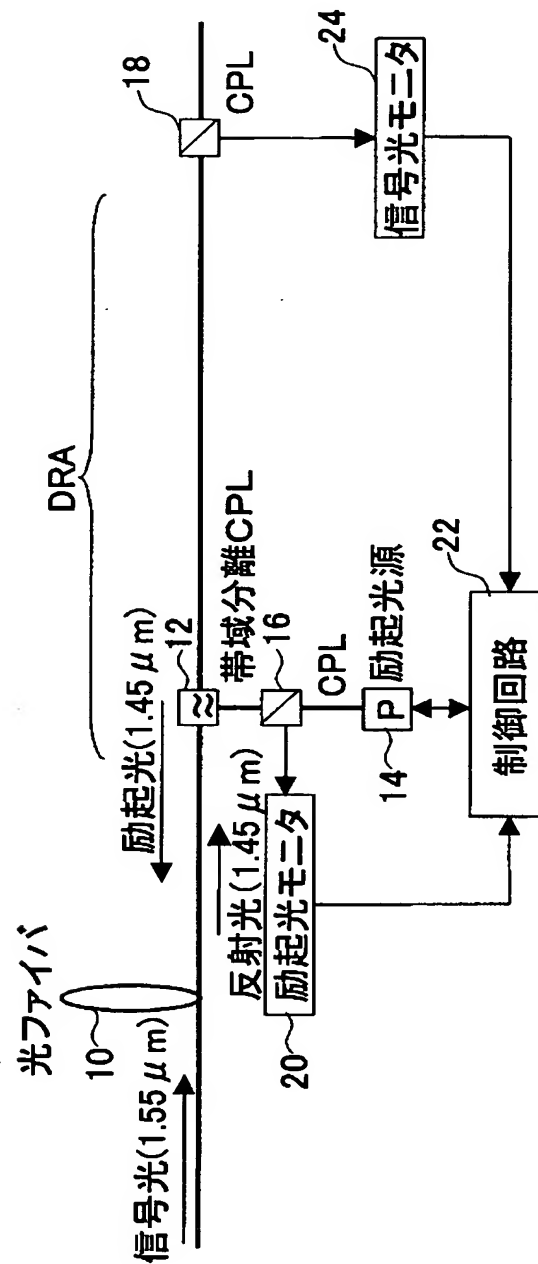
48 散乱光モニタ

50 信号光モニタ

【書類名】 図面

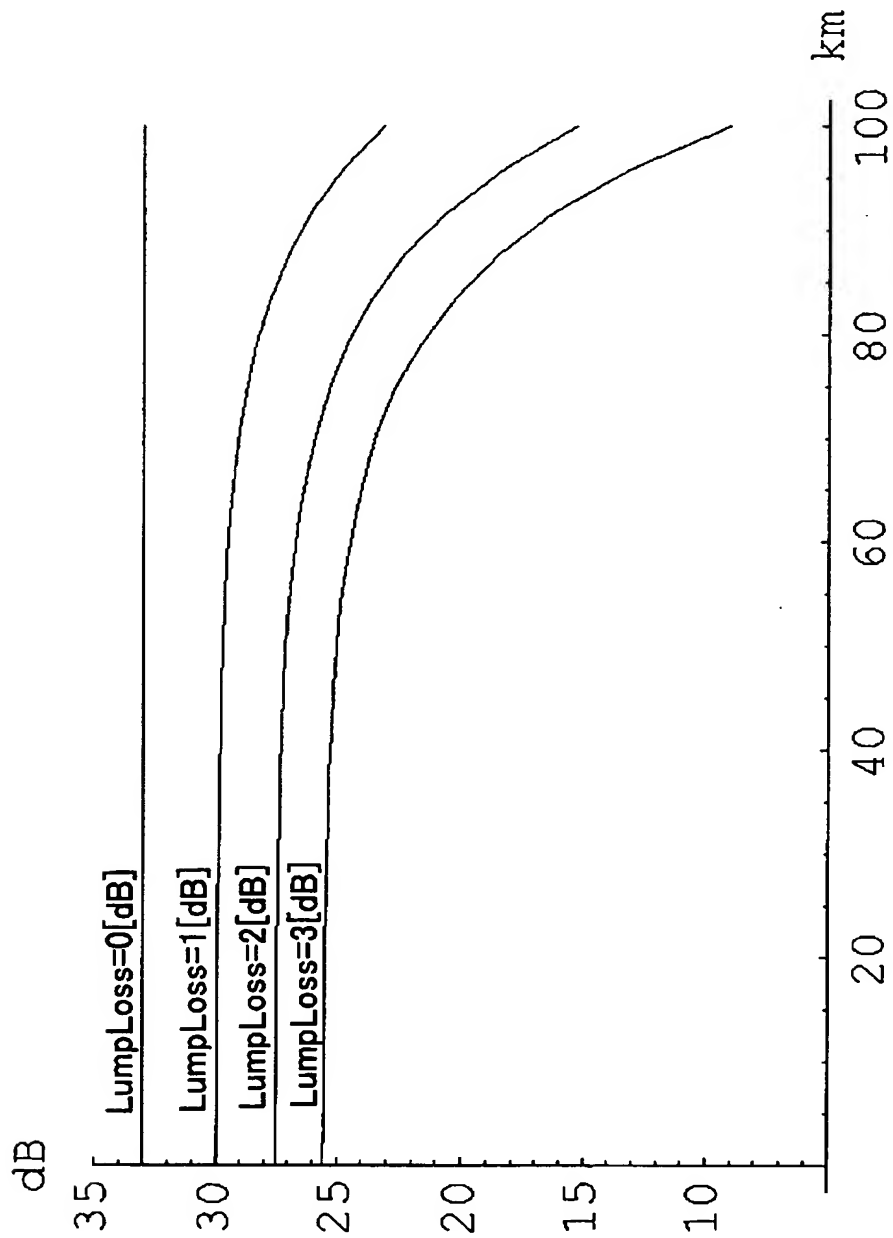
【図 1】

従来の分布型ラマン増幅装置の一例のブロック構成図



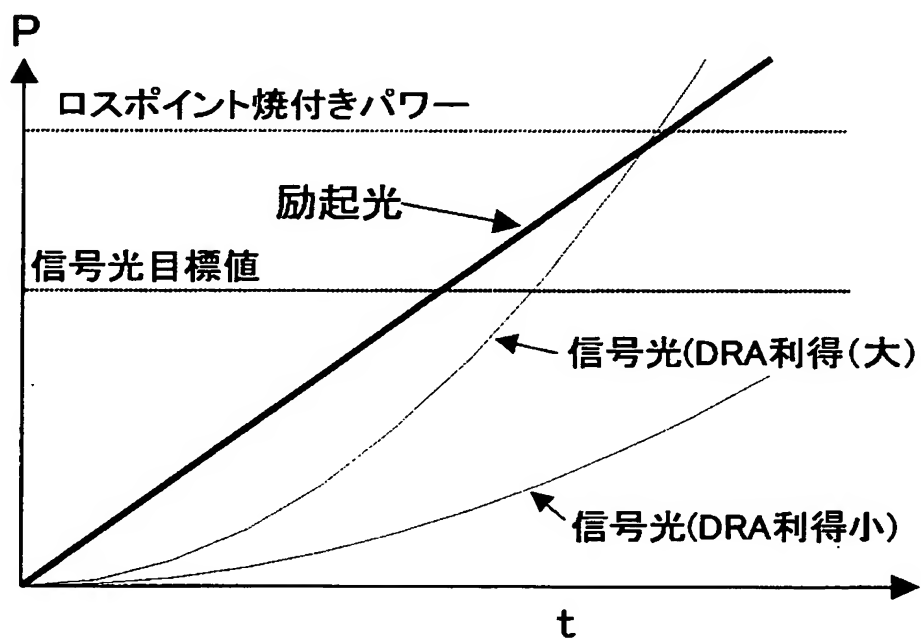
【図 2】

ロスポイントのロスを変化させた場合の
DRA利得の計算結果を示す図



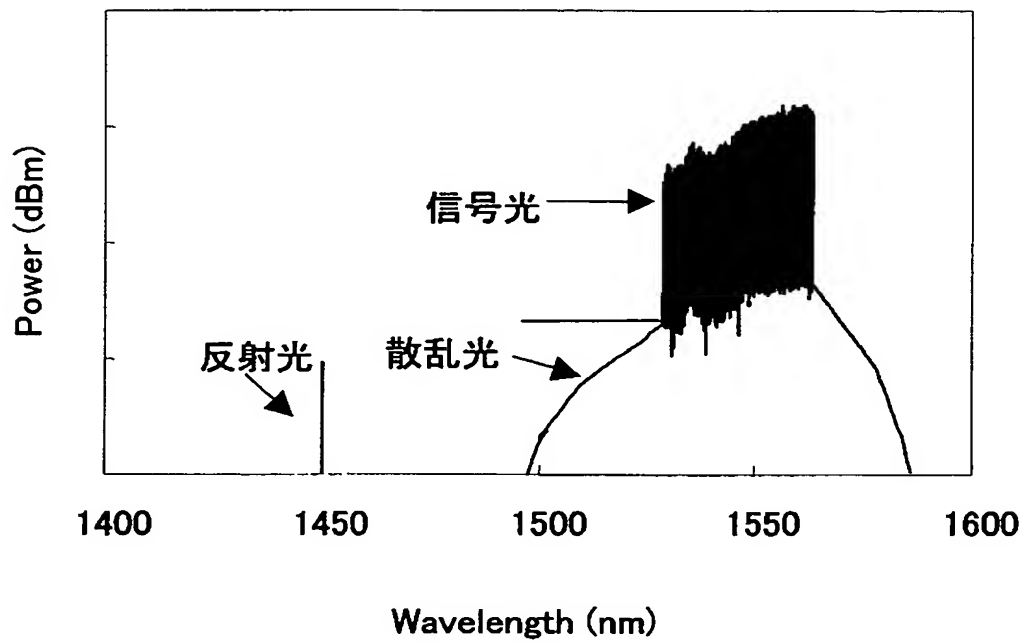
【図 3】

従来の励起光フィードバック制御方法を示す図



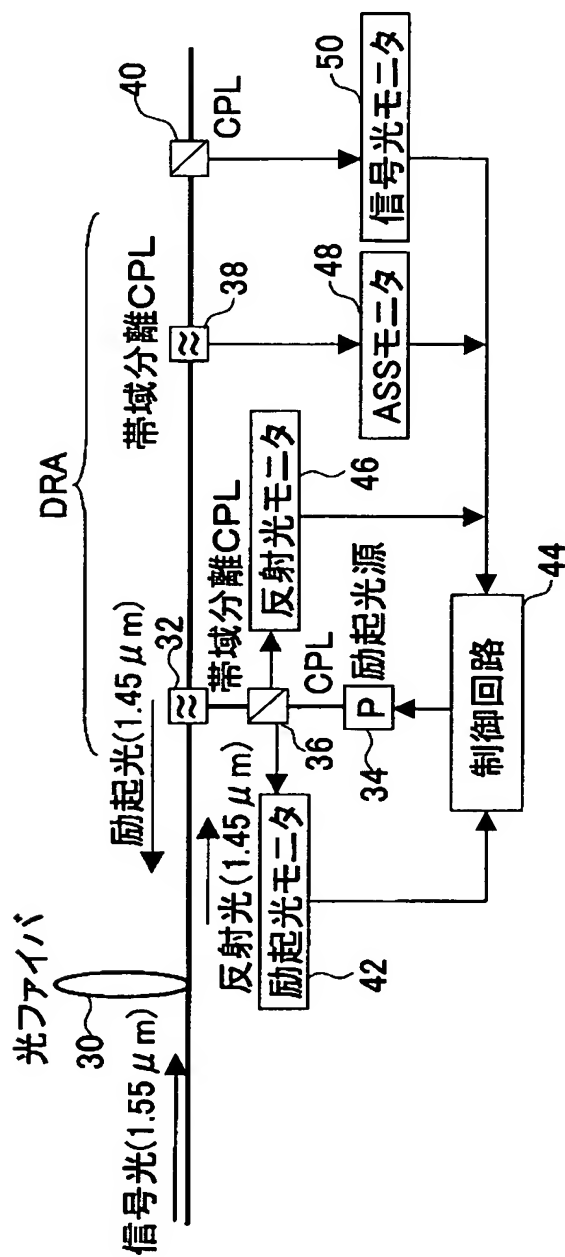
【図 4】

信号光と散乱光と反射光の波長スペクトルを示す図



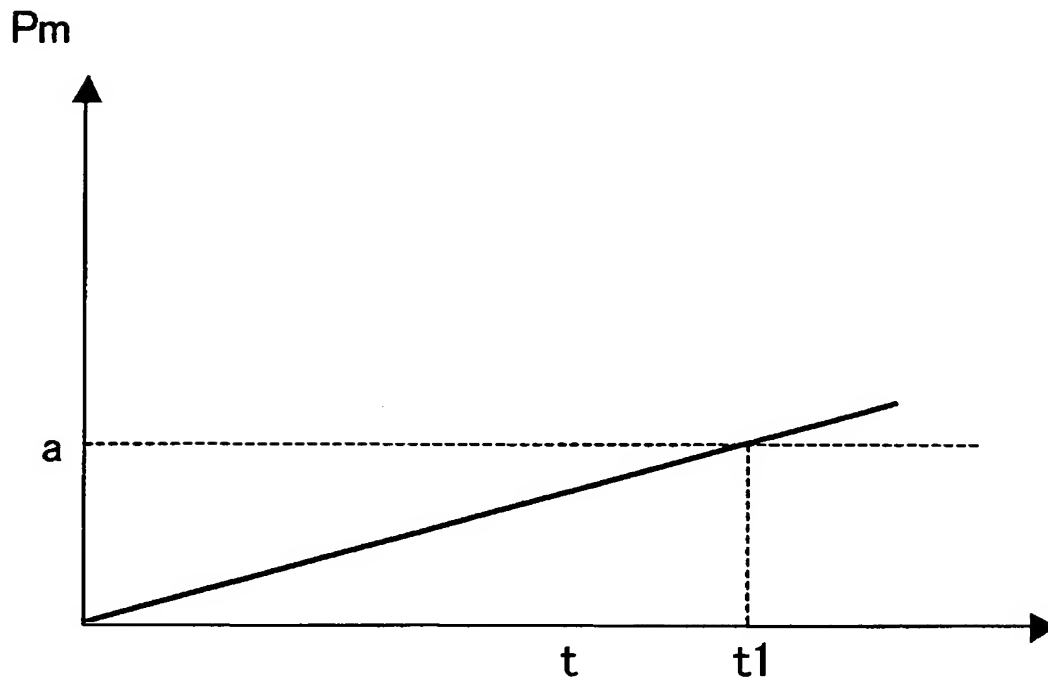
【図 5】

本発明の分布型ラマン増幅装置の第1実施例の ブロック構成図



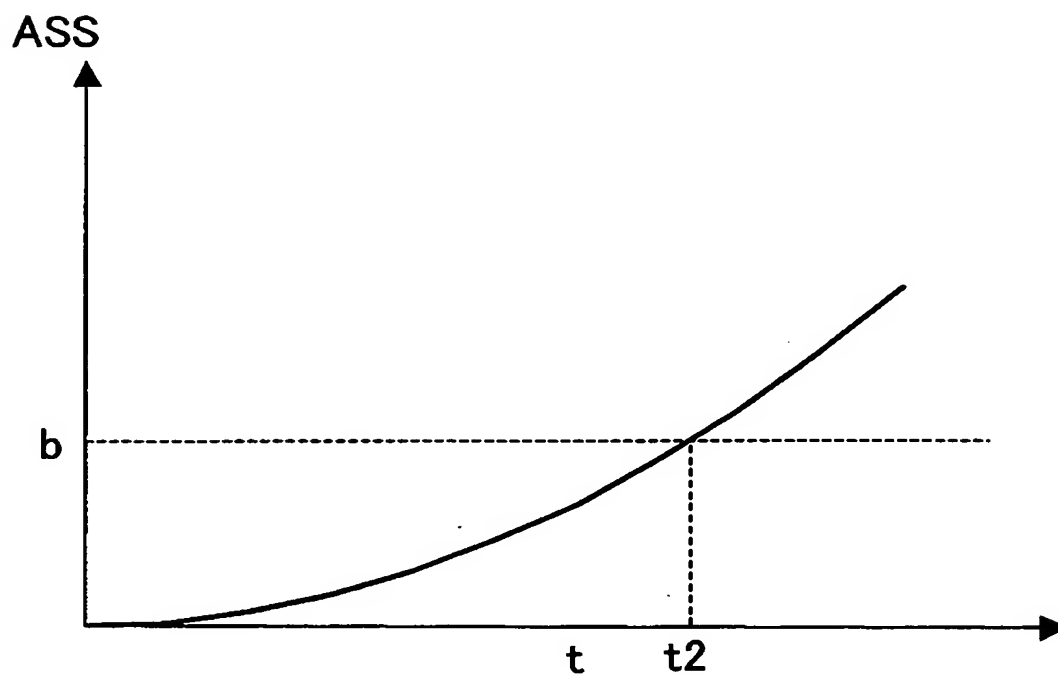
【図 6】

一定速度で励起光パワーを上げたときの
反射光パワーを示す図



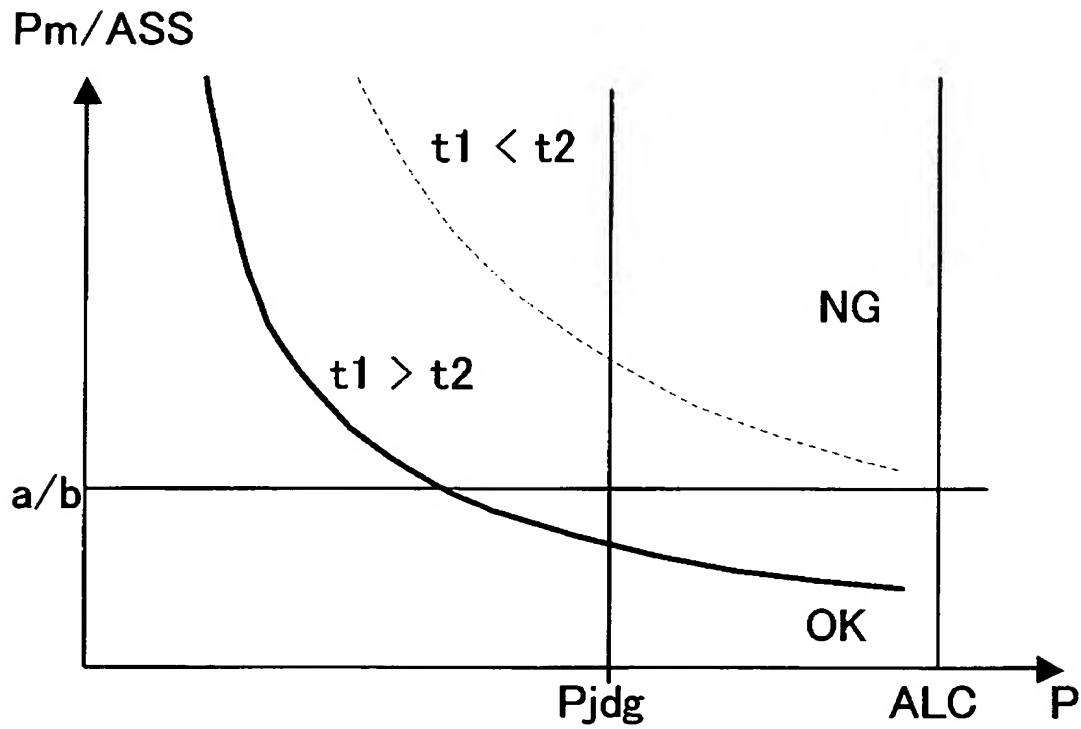
【図 7】

一定速度で励起光パワーを上げたときの
散乱光パワーを示す図



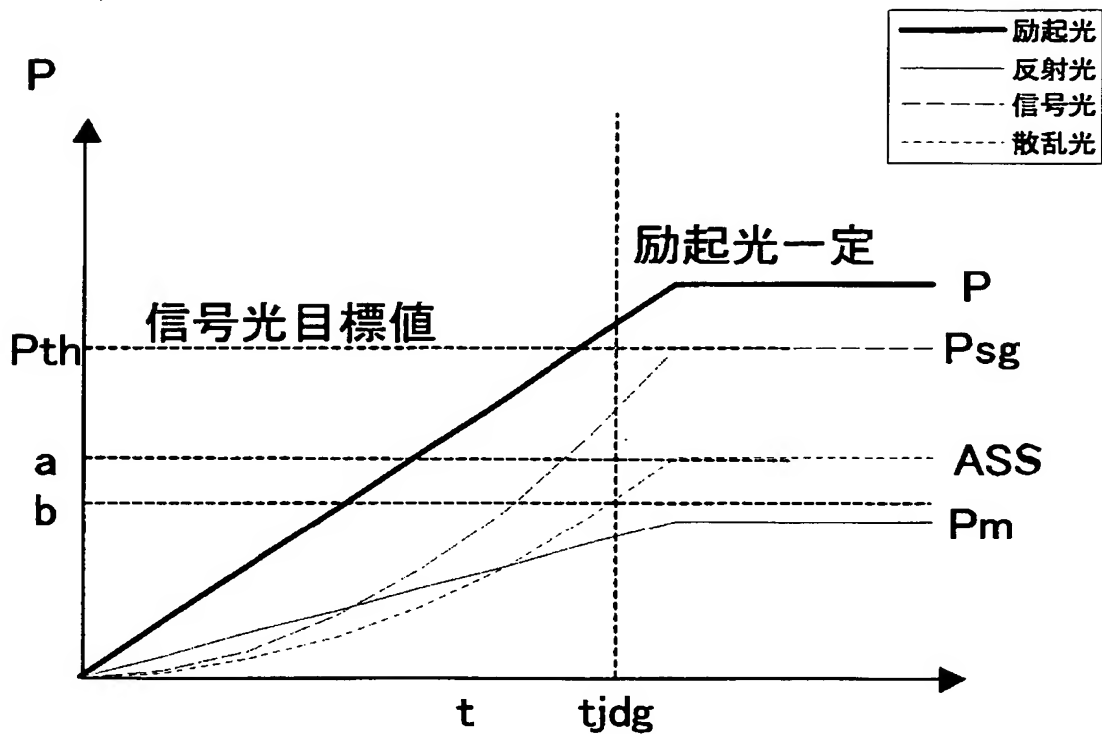
【図 8】

励起光入射パワーPに対する散乱光パワーASSと
反射光パワーPmの関係を示す図



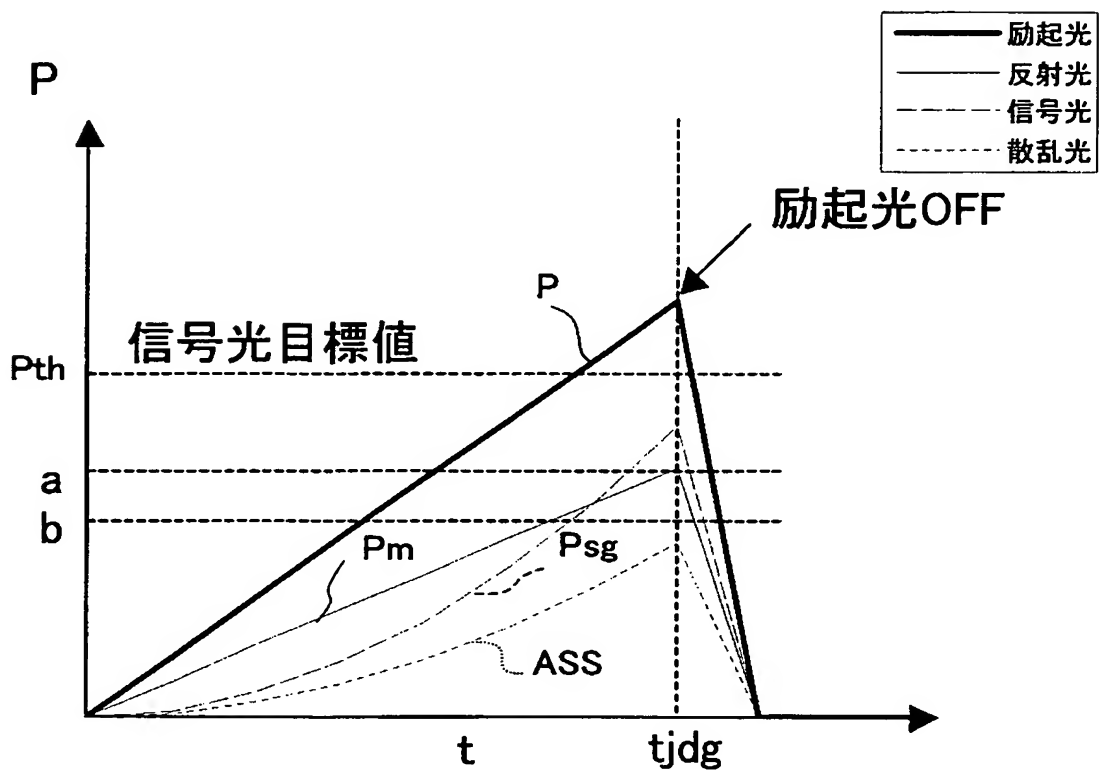
【図 9】

ロスポイントが無い場合の励起光パワー P 、
反射光パワー P_m 、散乱光パワー ASS 、及び
信号光パワー P_{sg} それぞれの変化を示す図



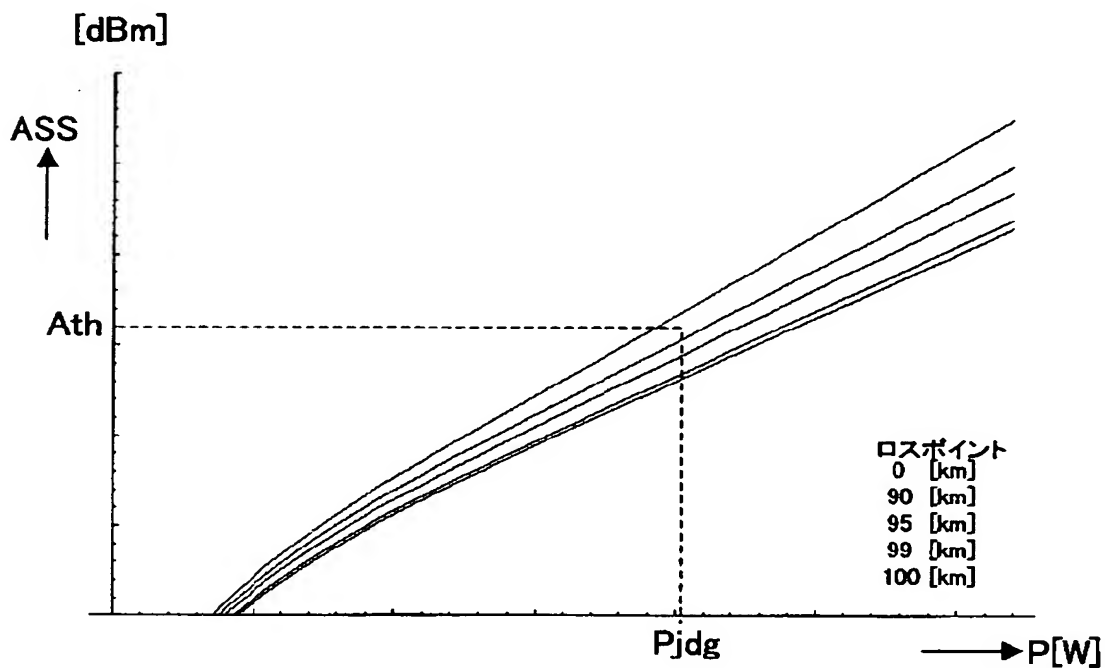
【図10】

ロスポイントがある場合の励起光パワー P 、
反射光パワー P_m 、散乱光パワー ASS 、及び
信号光パワー P_{sg} それぞれの変化を示す図



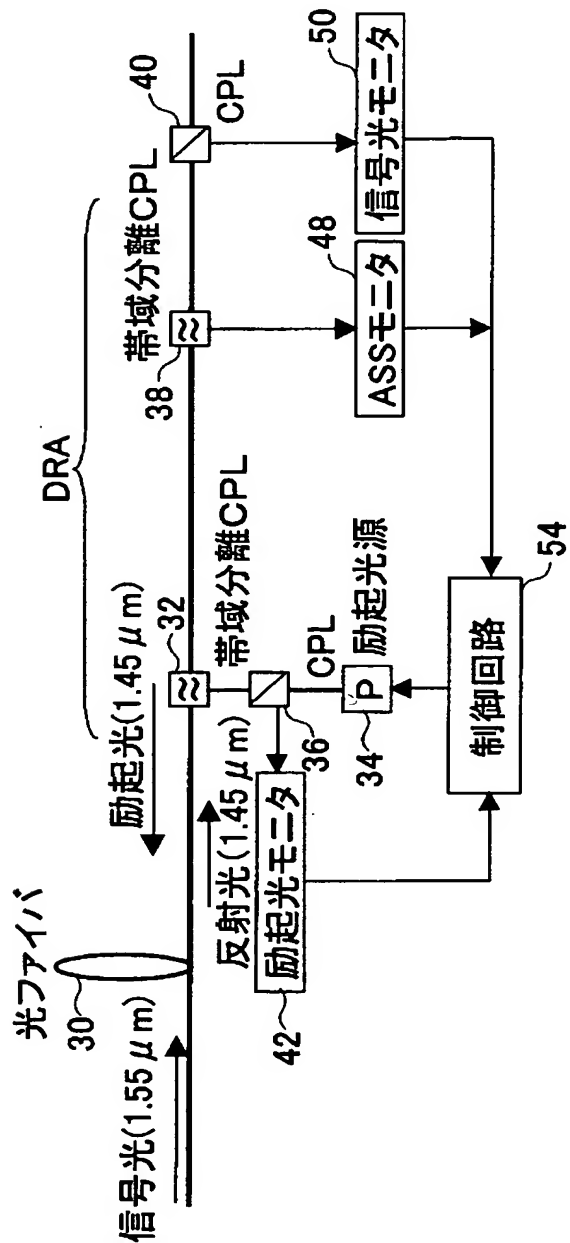
【図 12】

励起光パワーPに対する散乱光パワーASSの関係を示す図



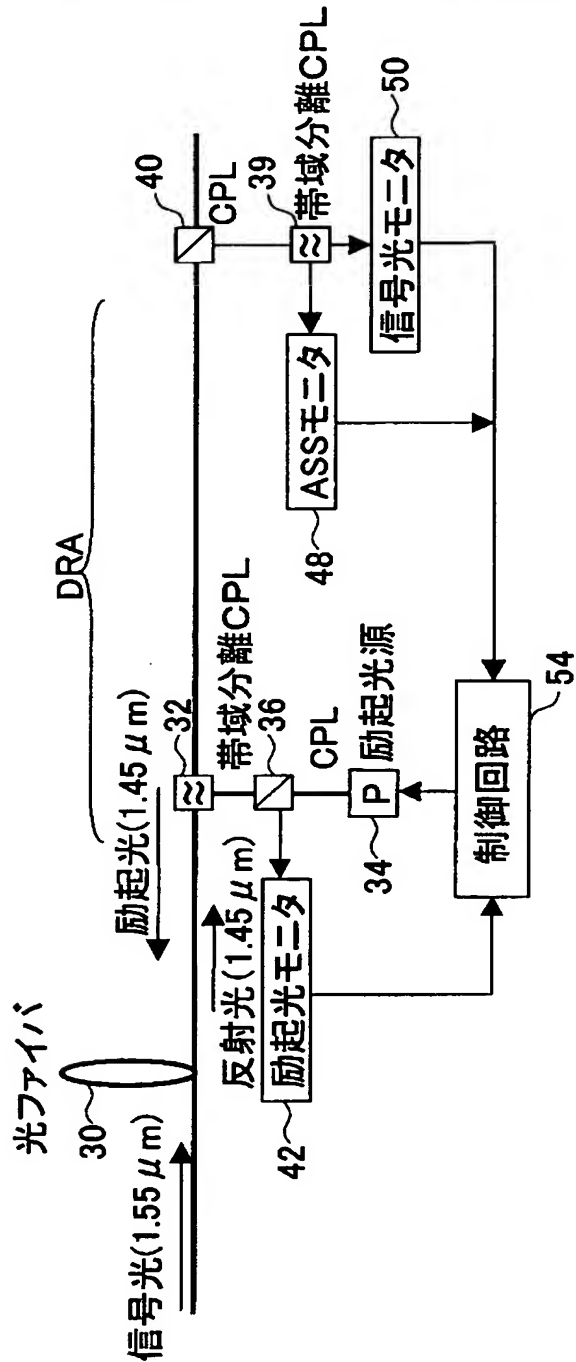
【図13】

本発明の分布型ラマン増幅装置の
第3実施例のブロック構成図



【図14】

本発明の分布型ラマン増幅装置の
第4実施例のブロック構成図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、ロスポイントの有無を判定し、ロスポイントにおける焼き付きを防止できるロスポイント有無判定方法及びそれを用いた分布型ラマン増幅装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 信号光を伝送する光伝送路に励起光を前記信号光と逆方向に入射させ、光伝送路を増幅媒体として信号光を増幅する分布型ラマン増幅装置で光伝送路中のロスポイントの有無を判定するロスポイント有無判定方法において、光伝送路から分離した散乱光をモニタし、励起光の一部を分離してモニタし、光伝送路から前記励起光と逆方向に進む反射光を分離してモニタし、モニタした励起光パワーが所定の判定値になったとき、モニタした散乱光パワーとモニタした反射光パワーとの比に基づいてロスポイントの有無を判定する。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 2 - 3 2 2 5 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 1 0 1 5 番地

氏 名

富士通株式会社

2 . 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社